

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 184 956
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 85402224.1

(51) Int. Cl.⁴: **G 01 S 13/78**

(22) Date de dépôt: 15.11.85

(30) Priorité: 20.11.84 FR 8417677

(71) Demandeur: THOMSON-CSF, 173, Boulevard
Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)

(43) Date de publication de la demande: 18.06.86
Bulletin 86/25

(72) Inventeur: Delille, François, THOMSON-CSF
SCPI 173, bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)
Inventeur: Guerin, Claude, THOMSON-CSF SCPI 173, bld
Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)
Inventeur: Wybierala, Michel, THOMSON-CSF
SCPI 173, bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)

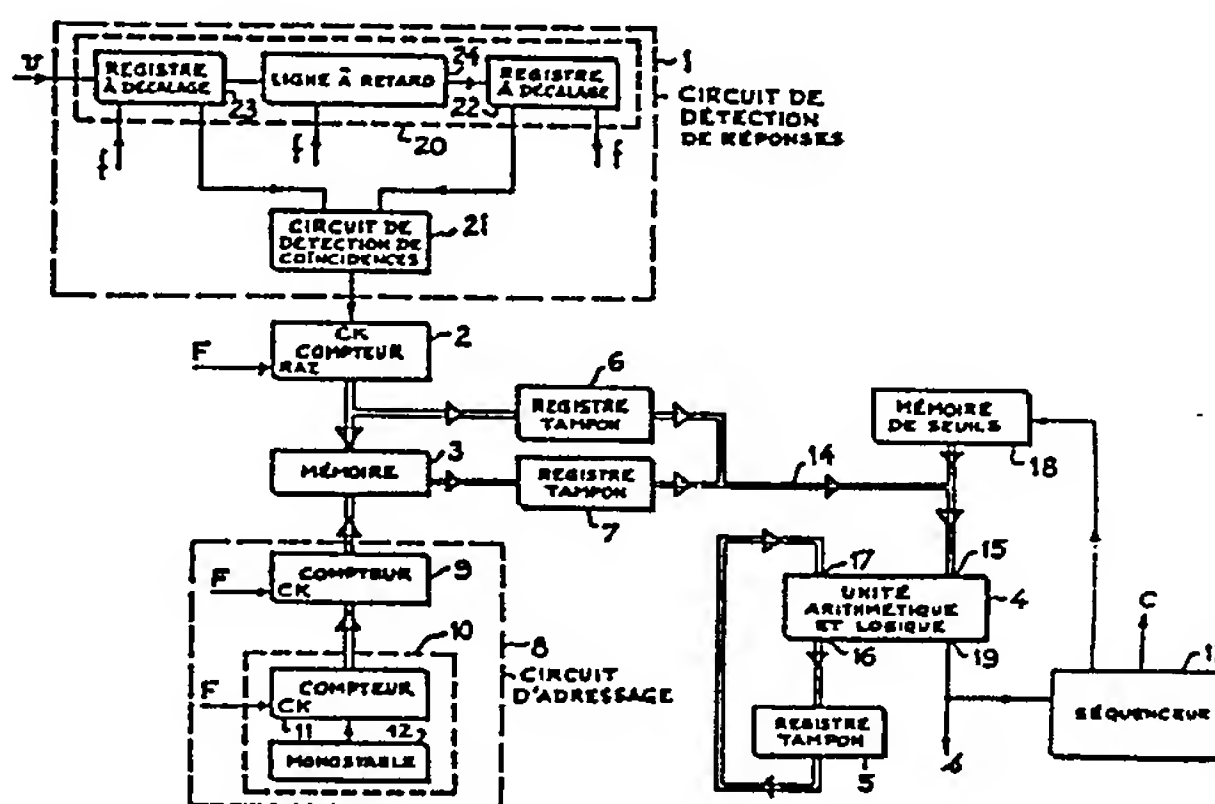
(84) Etats contractants désignés: DE GB IT NL

(74) Mandataire: El Manouni, Josiane et al, THOMSON-CSF
SCPI 19, avenue de Messine, F-75008 Paris (FR)

(54) Dispositif de prétraitement pour extracteur radar secondaire.

(57) Ce dispositif comporte des moyens (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 19) de mesure des variations de la densité de réponses reçues par le radar secondaire, et des moyens (18, 19) pour activer ou inhiber, suivant le résultat de ces mesures, un défruiteur permettant d'éliminer les réponses asynchrones reçues par ce radar.

Application aux extracteurs radars secondaires, classiques ou mono-impulsions.



DISPOSITIF DE PRETRAITEMENT POUR
EXTRACTEUR RADAR SECONDAIRE

La présente invention concerne un dispositif de prétraitement pour extracteur radar secondaire.

5 On distingue habituellement, parmi les réponses arrivant sur une antenne radar secondaire, les réponses dites synchrones qui sont les réponses de cibles situées dans le lobe d'interrogation du radar aux interrogations de ce radar, et les réponses dites asynchrones, qui sont les réponses de cibles situées dans le lobe d'interrogation du radar à des interrogations provenant d'autres radars.

10 Le nombre de ces réponses asynchrones peut, dans certains cas, s'avérer très important. C'est par exemple le cas, dans l'application la plus typique à la surveillance de la navigation aérienne, d'une forte densité d'avions dans un secteur azimutal avec de nombreux radars présents dans ce secteur.

15 Si rien n'est alors fait pour éliminer ces réponses asynchrones avant le traitement proprement dit de l'ensemble des réponses, synchrones et asynchrones, le dispositif de traitement de ces réponses, constitué le plus souvent par un processeur, risque de voir son taux de charge augmenter et par conséquent d'être saturé.

20 Il est connu pour éliminer ces réponses, d'utiliser des appareils appelés défruiteurs.

25 Le fonctionnement de ces défruiteurs est basé sur le fait que, de récurrence à récurrence d'un radar secondaire, la position dans le temps des réponses synchrones est, à l'inverse des réponses asynchrones, inchangée par rapport à la position dans le temps des impulsions d'interrogation. Ces défruiteurs modulent généralement cette observation suivant un critère de deux sur trois et concluent ainsi à la présence d'une réponse synchrone si, sur un ensemble de trois récurrences successives, la position dans le temps de cette

30 réponse est inchangée par rapport à la position dans le temps de l'impulsion d'interrogation qui lui a donné lieu, sur au moins deux

d'entre elles, et à la présence d'une réponse asynchrone dans le cas inverse. Mais le principe même de ces défruiteurs fait qu'ils éliminent systématiquement non seulement les réponses asynchrones mais aussi les réponses synchrones provenant de cibles dites "en difficulté" c'est-à-dire ne répondant que de façon sporadique aux interrogations du radar secondaire.

Les exemples de cibles "en difficulté" peuvent être fort nombreux en pratique. Il peut s'agir par exemple, dans le cas de l'application à la surveillance de la navigation aérienne, d'avions en limite de visibilité du radar (par exemple avions en cours de manoeuvre, ou équipés d'une antenne qui n'est pas parfaitement omnidirectionnelle en azimut). Un autre exemple peut également être trouvé dans le fait que le système d'émission d'un avion est normalement bloqué pendant un court instant après sa réponse à une interrogation venant d'un autre radar.

La présente invention n'a pas pour but d'éliminer totalement cet inconvénient, mais de le réduire le plus possible, en utilisant pour cela une commande sectorielle du défruiteur, grâce à laquelle celui-ci n'est activé que dans les secteurs azimutaux à forte densité de réponses et n'est pas activé dans les secteurs azimutaux à faible densité de réponses, la charge du processeur de traitement n'étant par ailleurs pas affectée dans ces derniers secteurs.

Le dispositif de prétraitement pour extracteur radar secondaire suivant l'invention, comportant un défruiteur pour éliminer les réponses asynchrones reçues par ce radar, est caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure des variations de la densité de réponses reçues par ce radar et des moyens pour activer ou inhiber ce défruiteur suivant le résultat de ces mesures.

Les objets et caractéristiques de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, faite en relation avec les dessins ci-annexés dans lesquels :

La figure 1 est un schéma synoptique du dispositif suivant l'invention.

La figure 2 est un diagramme représentant la position respective, dans le temps et dans l'espace, de deux secteurs azimutaux observés successivement et permettant de mesurer les variations de la densité de réponses.

5 Le dispositif de prétraitement pour extracteur radar secondaire représenté sur la figure 1 comporte des moyens de mesure des variations de la densité de réponses reçues par ce radar. En pratique, et notamment dans le cas de l'application au contrôle de la navigation aérienne, l'expérience montre que la densité de réponses
10 peut varier considérablement d'un secteur azimutal à l'autre, notamment suivant le nombre de réponses asynchrones reçues.

Cette densité de réponses est obtenue en mesurant le nombre M de réponses reçues par secteur azimutal ayant une ouverture correspondant à une durée Δt . Les variations de cette densité de
15 réponses sont par ailleurs mesurées en observant l'évolution de la densité de réponses ainsi obtenue pour différents secteurs azimutaux. Pour une analyse plus fine de ces variations, deux secteurs azimutaux SA_1 et SA_2 observés successivement ne sont pas disjoints mais se recouvrent partiellement, étant distants d'une durée
20 $\delta t < \Delta t$, comme représenté sur la figure 2.

La durée Δt à prendre en compte pour la mesure de la densité de réponses ne doit pas être trop faible pour que cette mesure soit significative et pour éviter un hachage dans la commande du
défruiteur. En revanche l'intervalle de temps δt à prendre en
25 compte pour apprécier l'évolution de cette densité ne doit pas être trop grand pour pouvoir apprécier des "pointes" de réponses.

Dans l'exemple de réalisation décrit ci-après, l'intervalle de temps Δt est choisi égal à un nombre entier N de récurrences du radar secondaire, ce qui revient à mesurer le nombre " M " de
30 réponses reçues par secteur azimutal ayant une ouverture correspondant au passage de N récurrences du signal radar émis. L'intervalle de temps δt est par ailleurs choisi égal à une récurrence.

Les moyens de mesure des variations de la densité de réponses comportent tout d'abord un circuit 1 de détection de réponses, et un

compteur 2 pour comptabiliser le nombre de réponses "m" ainsi détectées par le circuit 1 pendant chaque récurrence.

5 Les moyens de mesure des variations de la densité de réponse comportent également une mémoire 3 de P mots (avec $P \geq N$) pour stocker les résultats "m" successifs obtenus par le compteur 2 pour chacune des N récurrences prises en compte pour la mesure de la densité de réponses. Cette mémoire est mise à jour à la fin de chaque récurrence.

10 Les moyens de mesure des variations de la densité de réponses comportent également une unité arithmétique et logique 4 pour calculer, pendant le premier cycle de N récurrences qui suit l'initialisation, la somme $M (= \sum m)$ des réponses obtenues sur l'ensemble de ces N récurrences et pour actualiser ensuite cette
15 somme, pendant les cycles de N récurrences suivants, afin de tenir compte de son évolution, en ajoutant à la dernière somme trouvée, stockée dans un registre tampon 5, le nombre "m" de réponses trouvé pendant la récurrence en cours, fourni par le compteur 2 et temporairement stocké dans un registre tampon 6, et en lui retranchant le nombre "m" de réponses le plus ancien stocké dans la
20 mémoire 3, lu dans cette mémoire, et temporairement stocké dans un registre tampon 7. La somme actualisée ainsi obtenue est stockée à son tour dans le registre 5. L'adressage de la mémoire 3 est par ailleurs assuré par un circuit d'adressage 8.

25 Dans l'exemple de réalisation décrit, la durée Δt est fixée une fois pour toutes et le nombre N de récurrences est fonction de la fréquence de récurrence F utilisée, ces trois paramètres étant liés par la relation $N = \Delta t \cdot F$.

30 Dans l'exemple de réalisation décrit, la mémoire 3 est par ailleurs écrite en séquence suivant des adresses "n" décroissant de N à 0. Le circuit d'adressage 8 comporte alors un compteur 9 décrémenté au rythme de la fréquence de récurrence F, et régulièrement chargé, lorsqu'il atteint la valeur 0, par la valeur N fournie par un circuit 10 de calcul de la valeur N à partir de la durée Δt choisie et de la fréquence de récurrence F utilisée.

Ce circuit 10 comporte un compteur 11 incrémenté au rythme de la fréquence de récurrence F pendant toute la durée Δt de l'impulsion fournie par un monostable 12 qui est déclenché à l'initialisation.

5 Il est à noter que les différents signaux de commande énoncés au fur et à mesure de la description et regroupés sous la référence commune C n'ont pas tous été représentés sur la figure 1 et sont fournis par un séquenceur 13.

10 A chaque nouvelle récurrence, le cycle de la mémoire 3 est plus précisément le suivant :

- écriture de cette mémoire à l'adresse "n" ($0 \leq n \leq N$) et chargement de la donnée ainsi écrite dans le registre tampon 6 ;
 - décrémentation de l'adresse (modulo N) ;
 - lecture de la donnée mémorisée à l'adresse "n - 1" et
- 15 chargement de la donnée ainsi lue dans le registre tampon 7.

Les registres 6 et 7 sont des registres avec commande trois états de leur sortie ; ils sont reliés en sortie, par un bus commun 14, à une première entrée 15 de l'unité arithmétique et logique 4 dont la sortie 16 est par ailleurs rebouclée en permanence sur une deuxième

20 entrée 17 par le registre tampon 5.

L'unité arithmétique et logique 4 permet également de comparer la densité de réponses ainsi obtenue à chaque nouvelle récurrence et chargée dans le registre tampon 5, à des valeurs seuil S_0 et S_1 stockées dans une mémoire morte 18. Cette mémoire morte

25 18 est elle-même connectée à l'entrée 15 de l'unité arithmétique et logique 4 par le bus commun 14, et adressée par le séquenceur 13. Le résultat "s" de la comparaison, servant à la commande du défruiteur, est obtenu sur une sortie 19 de l'unité arithmétique et logique.

30 Le seuil S_1 , dit seuil haut, est tel que si le nombre N trouvé est supérieur à ce seuil, le défruiteur est activé.

Par contre, une fois que le défruiteur est activé, il n'est inhibé que si le nombre N devient ensuite inférieur, non pas à ce même seuil haut S_1 , mais à un seuil S_0 inférieur à S_1 , dit seuil bas, ceci

afin d'éviter que se produise un phénomène de hachage dans la commande du défruiteur.

De même, une fois que le défruiteur est inhibé, il n'est activé que si le nombre N devient ensuite supérieur, non pas au seuil bas S_0 , mais au seuil haut S_1 .

Cette opération de comparaison implique donc une sélection du seuil (S_0 ou S_1) à comparer à chaque nouvelle valeur N , qui nécessite elle-même une mémorisation de l'état précédent : activé ou inhibé, du défruiteur. La commande de la mémoire 18, afin de fournir le seuil adéquat, est assurée par le séquenceur 13 qui reçoit pour cela les résultats de comparaison obtenus sur la sortie 19 de l'unité arithmétique et logique 4.

On décrit maintenant plus en détail le circuit 1 de détection de réponse.

Ce circuit 1 fonctionne avec un signal vidéo radar "v" préalablement échantillonné à une fréquence f et quantifié.

Il comporte un circuit 20 de découpage du signal reçu suivant le format attendu d'une réponse, à savoir un message constitué par une série d'états logiques ("0" ou "1") encadré par deux séries d'états logiques "1" correspondant à deux impulsions d'encadrement F_1 et F_2 , et un circuit 21, dit circuit de détection de coïncidences, permettant d'observer les tranches de signal ainsi obtenues en vue d'y détecter la présence soit d'une réponse isolée soit de deux réponses se recouvrant partiellement dans le temps.

Le circuit 20 comporte deux registres à décalage 22 et 23, destinés à contenir respectivement les impulsions d'encadrement F_1 et F_2 , et une ligne à retard 24 destinée à contenir le message proprement dit, tous activés à la fréquence d'échantillonnage "f".

Une réponse isolée peut ainsi être détectée simplement par la coïncidence d'un front avant ou d'un front arrière de l'impulsion stockée dans le registre 22 et d'un front avant ou d'un front arrière respectivement de l'impulsion stockée dans le registre 23.

En revanche, si deux réponses encadrées respectivement par des impulsions (F_1, F_2) et (F'_1, F'_2) se recouvrent partiellement dans

le temps, la première (F_1 , F_2) précédant par exemple la deuxième (F'_1 , F'_2), le front arrière de l'impulsion F_2 ne peut plus facilement être détecté car cette impulsion F_2 est mélangée au message formant la deuxième réponse, et ces deux réponses ne sont pas nécessairement synchrones. Le circuit 21 détecte alors la première réponse en détectant la coïncidence d'un front avant de l'impulsion stockée dans le registre 22 et d'un état de l'impulsion stockée dans le registre 23 égal à l'état "1".

Si une réponse isolée est reçue, elle est également détectée par cette opération.

De même le circuit 21 détecte la deuxième réponse en détectant la coïncidence d'un front arrière de l'impulsion stockée dans le registre 23 et d'un état de l'impulsion stockée dans le registre 22 égal à l'état "1".

En pratique le circuit 21 est par exemple constitué par une mémoire morte adressée par le contenu des registres 22 et 23 et programmée de manière à détecter ces coïncidences.

Le dispositif de prétraitement ainsi décrit s'applique aux extracteurs radars secondaires, classiques ou monoimpulsions.

REVENDICATIONS

5 1. Dispositif de prétraitement pour extracteur radar secondaire, comportant un défruiteur pour éliminer les réponses asynchrones reçues par ce radar, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure des variations de la densité de réponses reçues par ce radar et des moyens pour activer ou inhiber ce défruiteur suivant le résultat de ces mesures.

10 2. Dispositif de prétraitement selon la revendication 1, dans lequel le radar secondaire est muni d'une antenne directive en azimut, caractérisé en ce que les moyens de mesure des variations de la densité de réponses reçues par ce radar sont des moyens de mesure du nombre M de réponses reçues pour des secteurs azimutaux de largeur Δt tels que deux secteurs azimutaux observés successivement se recouvrent partiellement, étant distants d'une durée δt inférieure à Δt .

15 3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la durée Δt est choisie égale à un nombre entier N de récurrences du signal radar.

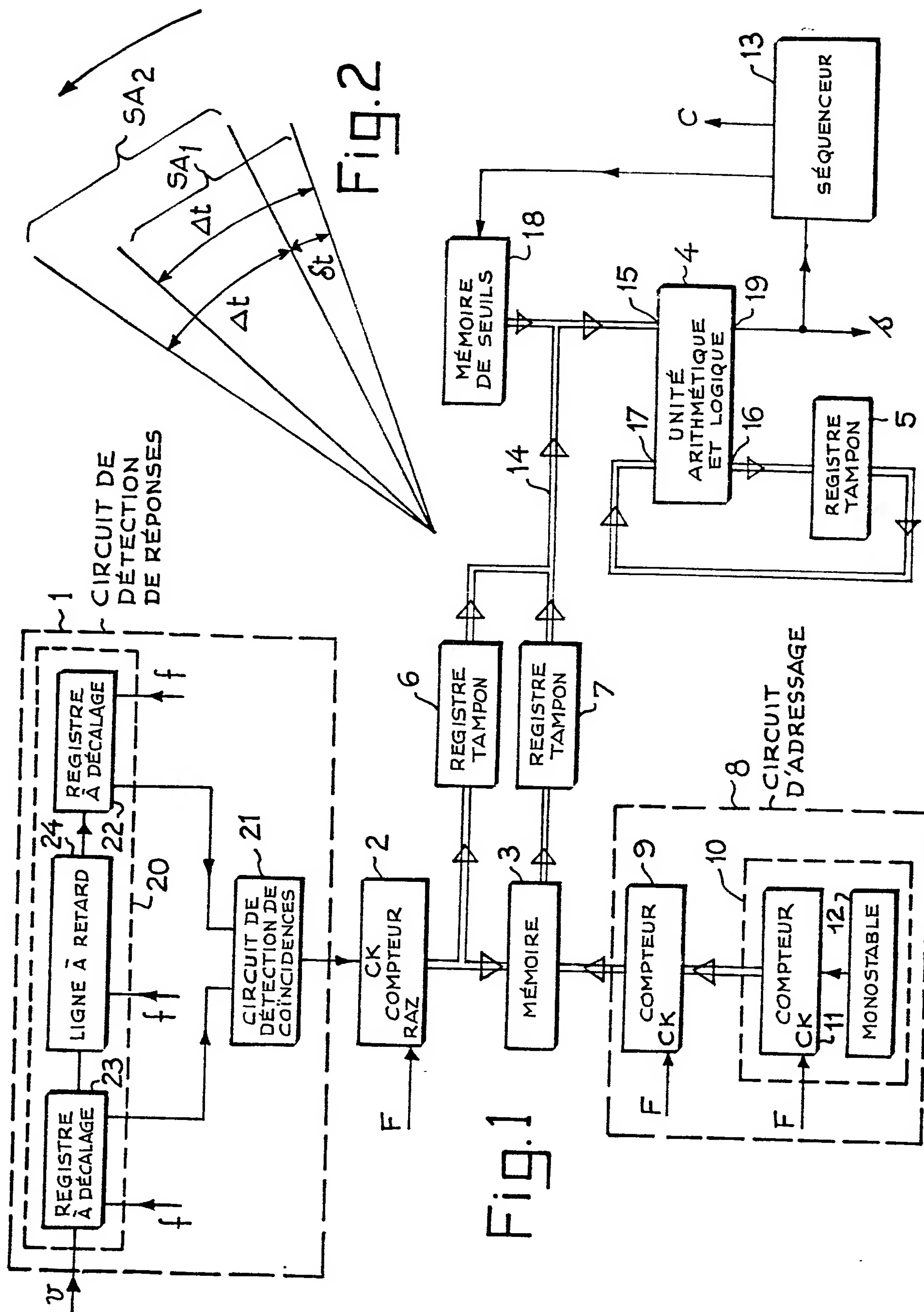
4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la durée δt est choisie égale à une récurrence du signal radar.

20 5. Dispositif selon les revendications 3 et 4, caractérisé en ce que les moyens de mesure des variations de la densité de réponses reçues par ce radar comportent un compteur (2) pour compter le nombre "m" de réponses reçues pendant chaque récurrence, une mémoire 3 pour mémoriser le nombre "m" trouvé pour chacune des
25 récurrences d'un cycle de N récurrences définissant un secteur azimutal donné, et une unité arithmétique (4) pour calculer, pendant le premier cycle de N récurrences traité, la somme M des réponses obtenues sur l'ensemble de ces N récurrences, et pour actualiser

cette somme, pendant les cycles suivants, en ajoutant à la dernière somme trouvée, stockée dans un registre tampon (5), le nombre "m" de réponses trouvé pendant la récurrence en cours, fourni par le compteur (2), et en lui retranchant le nombre "m" de réponses le plus ancien stocké dans la mémoire (3).

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le compteur (2) est incrémenté par un circuit de détection de réponse comportant lui-même d'une part un circuit (20) de découpage du signal vidéo radar, préalablement converti en signal numérique, suivant le format attendu d'une réponse, comportant à son tour deux registres (22, 23) de stockage d'impulsions d'encadrement, avant et arrière, d'une réponse, d'autre part un circuit (21) de détection de coïncidences permettant d'identifier deux réponses se recouvrant partiellement dans le temps, la première par détection simultanée d'un front avant de l'impulsion stockée dans le registre de stockage d'impulsion d'encadrement avant et d'un état logique haut de l'impulsion stockée dans le registre de stockage d'impulsion d'encadrement arrière, puis la deuxième par détection simultanée d'un front arrière de l'impulsion stockée dans le registre de stockage d'impulsion d'encadrement arrière et d'un état logique haut de l'impulsion stockée dans le registre de stockage d'impulsion d'encadrement avant.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les moyens pour activer ou inhiber le défruiteur suivant la densité de réponse sont des moyens pour activer le défruiteur lorsque la densité de réponse est supérieure à un premier seuil (S_1), dit seuil haut, pour inhiber le défruiteur lorsque la densité de réponse est inférieure à un second seuil (S_0), dit seuil bas, inférieur au premier, et pour maintenir le défruiteur dans son état de commande précédent lorsque la densité de réponse est située entre ces deux seuils.





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0184956

Numéro de la demande

EP 85 40 2224

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	FR-A-2 407 487 (ELECTRONIQUE MARCEL DASSAULT) * Page 3, ligne 25 - page 4, ligne 9; page 5, ligne 36 - page 6, ligne 40; figure 3 *	1,2	G 01 S 13/78
A	US-A-3 875 570 (G.B. LITCHFORD) * Colonne 2, ligne 60 - colonne 3, ligne 10 * -----	1	

DOMAINES TECHNIQUES
RECHERCHES (Int. Cl. 4)

G 01 S

Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche
LA HAYE

Date d'achèvement de la recherche
21-02-1986

Examineur
MARCHAU M.F.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant